

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284265

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.\*

識別記号

F I

H 0 5 B 41/231

H 0 5 B 41/231

// H 0 5 B 41/24

41/24

D

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-351886

(22) 出願日 平成 9 年(1997)12月22日

(31) 優先権主張番号 0 8 / 7 8 3 5 5 7

(32) 優先日 1997年 1 月14日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 アジェイ マヘシュワリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94583 サンラモン キャニオンビレッジ

サークル 1515

(72) 発明者 山内 得志

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株

式会社内

(74) 代理人 弁理士 西川 恵清 (外 1 名)

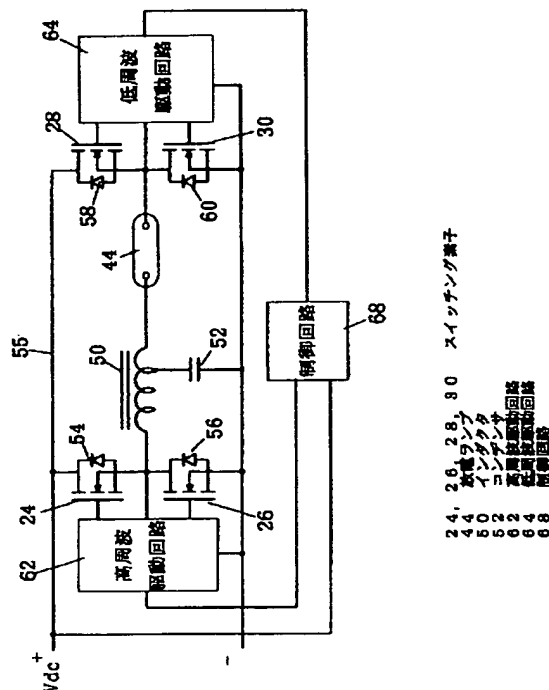
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電ランプの駆動回路

(57) 【要約】

【課題】 始動電圧のピーク値を低減し、回路要素へのストレスを軽減し、H I Dランプでも音響共鳴現象が生じないように点灯させる。

【解決手段】 始動期間にはブリッジ回路をハーフブリッジとして用い、放電ランプ44に高周波交流電圧を供給する。また、始動後の定常点灯時にはブリッジ回路をフルブリッジとして用い、放電ランプ44に低周波交流動作電圧のみを供給する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電圧が印加される入力接続部と、放電ランプが接続される出力接続部と、入力接続部と出力接続部とに接続され一方の動作モードでは出力接続部から高周波の交流電圧を出力し他方の動作モードでは出力接続部から低周波の交流電圧を出力する回路要素を有したブリッジ回路と、始動期間に高周波の交流電圧を出力接続部から出力し放電ランプの始動後の定常点灯期間に低周波の交流動作電圧のみを放電ランプに供給するようにブリッジ回路を制御する制御回路とから構成されており、前記制御回路は、始動期間には前記ブリッジ回路をハーフブリッジとして制御し、放電ランプの定常点灯期間には前記ブリッジ回路をフルブリッジとして制御することを特徴とする放電ランプの駆動回路。

【請求項2】 前記ブリッジ回路は、低周波の駆動回路と高周波の駆動回路とを含むことを特徴とする請求項1記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項3】 前記ブリッジ回路は、ブリッジ接続された4個のスイッチング素子を含むことを特徴とする請求項1記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項4】 前記ブリッジ回路は、インダクタとコンデンサとを備える共振回路を含み、インダクタは出力接続部のうちの一端に接続されていることを特徴とする請求項1記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項5】 前記制御回路は、始動期間において出力接続部から出力する交流電圧の周波数を共振回路の共振周波数を含む範囲で掃引することを特徴とする請求項4記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項6】 前記コンデンサは、出力接続部のうちの一端に接続されていることを特徴とする請求項4記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項7】 前記コンデンサは、インダクタの巻線のタップに接続されていることを特徴とする請求項4記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項8】 前記制御回路は、共振回路の共振周波数付近の周波数でブリッジ回路を駆動することを特徴とする請求項4記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項9】 前記ブリッジ回路は、スイッチング素子のうちの2個を駆動する低周波の駆動回路と、スイッチング素子のうちの残りの2個を駆動する高周波駆動回路とを含むことを特徴とする請求項3記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項10】 前記低周波駆動回路は、2個のスイッチング素子を直流で選択的にオンオフを保持させることを特徴とする請求項9記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項11】 前記制御回路は、始動期間に2個のスイッチング素子の一方を直流で駆動を保持することを特徴とする請求項10記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項12】 前記スイッチング素子は2個ずつ対として直列回路を形成し、各直列回路が入力接続部の両端

間に接続されたことを特徴とする請求項3記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項13】 一方の対をなす2個のスイッチング素子の共通接続点と出力接続部の一端との間に接続された共振回路を備え、他方の対をなす2個のスイッチング素子の共通接続点と出力接続部の他端とが接続されていることを特徴とする請求項12記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項14】 前記制御回路は、放電ランプが始動するまでの間だけ始動動作を行なうようにブリッジ回路を制御することを特徴とする請求項1記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項15】 前記制御回路は、始動期間において、ブリッジ回路を停止する状態とブリッジ回路を始動動作させる状態とを交互に繰り返すことを特徴とする請求項14記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項16】 前記制御回路は、始動直後に放電ランプに直流的に電力を供給することを特徴とする請求項15記載の放電ランプの駆動回路。

【請求項17】 直流電圧が印加される入力接続部と、放電ランプが接続される出力接続部と、入力接続部と出力接続部とに接続され一方の動作モードでは出力接続部から高周波の交流電圧を出力し他方の動作モードでは出力接続部から低周波の交流電圧を出力する回路要素を有したブリッジ回路と、始動期間に高周波の交流電圧を出力接続部から出力し放電ランプの始動後の定常点灯期間に低周波の交流動作電圧のみを放電ランプに供給するようにブリッジ回路を制御する制御回路とを備え、ブリッジ回路は、ブリッジ接続された4個のスイッチング素子と、前記4個のスイッチング素子のうちの2個を駆動する低周波駆動回路と、前記4個のスイッチング素子のうちの残りの2個を駆動する高周波駆動回路と、インダクタとコンデンサとからなりインダクタが出力接続部の一端に接続された共振回路とを備えることを特徴とする放電ランプの駆動回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放電ランプの駆動回路に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】高輝度放電（HID）ランプ、とくにパルス始動式のメタルハライド放電（MHD）ランプでは、始動パルスに厳しい要求がある。ランプメーカーによって指定されている始動パルスのピーク値は、メーカーによって異なるとはいえ、一般に大きいものである。たとえば、フィリップスライティング（Philips Lighting）は、確実に始動させるために、図11に示す始動パルスのピーク値 $V_{pk}$ を3.3kVより大きくするよう指定している。始動パルスはピーク値 $V_{pk}$ だけではなく、パルス幅 $W_p$ も十分な大きさ（一般に1.5～2.5μ

秒)が必要である。

【0003】電子安定器において必要な始動パルスを生じさせるごく一般的手段は、コンデンサを充電し、次にパルストランスの1次側に放電電流を流すことである。パルストランスの1次側に対する2次側の巻数比は、一般に100より大きくしてある。したがって、2次側には非常に大きな電圧が発生する。この電圧が放電ランプの両端間に印加されアークを生じさせる。ランプメーカーの指定する要求を満足させる始動パルスを生じさせるために、インダクタ、抵抗、コンデンサのような他の種々の構成要素が用いられる。始動回路はランプ寿命に影響するから、始動回路の設計は安定器において非常に重要なことである。パルスのピーク値についての要求を満たすのは比較的容易であるが、パルス幅についての要求を満たすのは容易ではない。ピーク値が大きいと始動回路のトランスにストレスがかかるから、トランスの絶縁と構造とは特別なものにしなければならない。しかも、1次回路におけるピーク電流は15~20Aにも達することがある。パルスのピーク値およびパルス幅に対する要求によって、始動回路のコストが増大する。

【0004】さらに、グローからアークへの移行は無負荷電圧(放電ランプを接続していない状態での出力電圧)により決まるから、図12に示すように、パルス始動を行なうには無負荷電圧( $V_{oc}$ )の最小値にも条件がある。ほとんどの放電ランプは交流で動作するように設計されているから、始動パルスを印加した後、電圧極性が反転するまでの時間 $T_r$ は重要である。始動パルスから極性反転までの時間 $T_r$ が短すぎると、グローからアークへの移行が完全に行なわれずにアークが消えてしまう。このように時間 $T_r$ には最小限度があるから、始動期間に放電ランプの両端に印加する電圧の周波数を十分に低く(20~30Hz)しなければならない。また放電ランプが始動した後はそれより高く(150~200Hz)しなければならない。つまり、制御回路にも特別なものが要求される。

【0005】一般的なパルス始動回路では、接続線の容量成分により始動回路の性能が低下する。そこで、接続線はできるだけ短くするのが普通である。米国特許第5,517,088号には接続線による始動性能の低下を抑制する構成が開示されている。放電ランプを高周波(>30kHz)で始動すると始動電圧のピーク値が下がる。高周波パルスをある期間与えることは、その期間に対応したパルス幅のパルスを与えることと等しいと考えられている。一方の極性のピークから他方の極性のピークに素早く極性を反転させると、ピーク電圧ではなくピーク-ピーク電圧が始動電圧になる。放電ランプに近接し接地した導体を設け、この導体と放電ランプの管内のアークとの間の容量成分により高周波の放電電流を流せば、必要なパルスのピーク値を低減させる一助になる。

【0006】パルスのピーク値を2.5kV以下に保つようにすれば、始動回路のトランスにかかるストレスは大幅に低減されることが経験的に知られている。さらに、安定器の端子間や始動回路のトランスの内部でのコロナ放電の危険が大幅に低減する。コロナ放電は、放電ランプが点灯せず安定器が放電ランプを始動しようとして高電圧パルスを印加し続けるときに発生するようになる。このような状態で生じるような問題をできるだけ少なくするために、所定時間(一般に20分)後に安定器の動作を停止させる停止回路が必要である。高周波で始動すれば、パルスのピーク値が大幅に低減するから、照明装置の信頼性が高くなり、小型化かつ低価格化にもつながる。

【0007】蛍光灯においては、高周波で蛍光灯を動作させるために共振回路を用いるのが普通である。蛍光灯用の電子安定器では共振回路を用いることによってコストとサイズとが大幅に低減されている。また、直列共振回路では無負荷時に簡単に高電圧を発生させることができるから、共振回路によって始動を容易にすることができる。

【0008】HIDランプでは音響共振現象の問題があるから通常は高周波で動作させることができない。ある大手のランプメーカーは、HIDランプに対して特別に調整した高周波の安定器を提供している。この安定器は、高周波で放電ランプを始動する直列共振回路を使用している。また、ホワイトノイズによる変調を用いた新しい高周波技術が、テキサスA&M大学でのラツロラスキ(Laszlo Laski)氏の最新の博士論文(「高周波放電灯の高周波安定化技術(High-Frequency ballasting Techniques For High-Intensity Discharge Lamps)」, 1994年)で説明されている。この技術も出力部に直列共振回路を使用している。この高周波技術は、非常に新しいものであるから、一般的な応用を保証するためのテストデータは十分に揃っていない。したがって、HIDランプ用の電子安定器では、一般に低周波の矩形波で動作させているのが現状である。

【0009】図13に示すように、HIDランプ用の一般的な電子安定器では、3段階の電力変換を行なっている。交流電源33からの1段目は力率補正用の昇圧部32である。昇圧部32では、安定器への入力電流の位相を交流電源33の電圧位相と等しくし入力電流の歪みを増加させないようにしている。2段目は電力制御用の降圧部34である。降圧部34では、ランプ電力を安定化し、ウォームアップ期間のランプ電流を制限する。最終段はフルブリッジ型のインバータ36であって、直流である降圧部34の出力を放電ランプ44に与える低周波交流矩形波に変換する。上述した各段階に加えて、始動パルスを生じさせる始動回路38が設けられる。また、安定器には図14のように降圧部34とインバータ36とを組み合わせた降圧・インバータ部39を備えるもの

もある。始動回路38は、放電ランプの始動には必須である。

【0010】米国特許第4,912,374号には、図15、図16のように、高周波共振を用いて始動する回路が開示されている。この回路はハーフブリッジないしフルブリッジを用いて降圧部34とインバータ36とを結合させている。この構成は、電力制御用の降圧部34が出力用のインバータ36と結合されているものであるから、音響共振現象を防止するために、出力用のインダクタ20と放電ランプ44の両端間に接続されたコンデンサ22とによって高周波成分を阻止し、ランプ電流に高周波成分がほとんど含まれないようにしなければならない。その結果、コンデンサ22の容量が大きくなり、たとえば0.1 $\mu$ Fのオーダになる。この回路では放電ランプ44を高周波と低周波とで交互に動作させている。いま、この回路を高周波で動作させ放電ランプ44が消灯していると、インダクタ20とコンデンサ22とで構成されている共振回路は、放電ランプ44を始動させるための高電圧を発生させる。共振回路の容量値は大きくインダクタ値は比較的小さいから、この回路では非常に大きな循環電流が流れる。このような大電流が流れると回路のあらゆる場所に大きなストレスをかけるから、すべての回路構成部品の電流容量を大きくしなければならない。放電ランプ44の始動時には高周波動作になるから、スイッチング素子24,26を高周波駆動回路62を介して駆動し、このとき放電ランプ44に高周波電流が流れる。低周波動作時にはスイッチング素子24,26の動作パターンが変更され、この動作パターンではランプ電力が制御されランプ電流が制限される。この構成を採用すると制御回路が非常に複雑になり、また、回路構成部品の選択に相当の配慮が必要になる。

【0011】他の構成として、上述したものと同様の構成が特願昭6-262945号として出願されている。図17に示すように、この構成では、出力制御機能および電流制限機能が上述した降圧部34により実現されている。この回路が、米国特許第4,912,374号に開示されたものより優れている点は、コンデンサ22の容量を大幅に低減することができ、したがって循環電流が比較的小さい点である。一方、この構成は、4個の高周波用のスイッチング素子24,26,28,30が必要であるとともに、スイッチング素子24,26,28,30を効率よく駆動するために、高価な高周波駆動回路62a,62bを用いてハイサイドのスイッチング素子24,28を駆動しなければならないという欠点がある。この構成においても、図18のように、放電ランプ44は高周波モードHFと低周波モードLFとで交互に動作する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記構成では、放電開始直後に放電ランプが高周波で動作している間、ランプ

電流は電源として印加される直流電圧V<sub>dc</sub>と、スイッチング素子24,26,28,30の動作周波数と、インダクタ20の値によって決められている。直流電圧V<sub>dc</sub>は、通常他の手段によって適宜に制御される。また、動作周波数は放電直後の高周波ランプ電流を制御するのに用いることができるが、この回路では高電圧を発生させるために共振点に近いところで動作するので、この動作周波数ではランプ電流を十分に制御することはできない。したがって、放電開始後の高周波動作中には十分な電流を放電ランプに流さなければならないから、インダクタ20の値を小さくしなければならない。また、スイッチング損失を小さく保つために、共振周波数は低く保たなければならない。インダクタ20の値を小さくしなければならないから、共振周波数を高くしないために、コンデンサ22の容量は大きくしなければならない。結局、これらの要求は循環電流を増加させる原因になる。そこで、折り合いをつけるために、インダクタンスを大きく設定し、放電直後の高周波動作中のランプ電流を所望値よりも引き下げることになるが、これでは光出力が低減する。

【0013】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、始動電圧のピーク値を低減し、回路要素へのストレスを軽減し、しかもHIDランプでも音響共振現象が生じないように点灯させることができる放電ランプの駆動回路を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、直流電圧が印加される入力接続部と、放電ランプが接続される出力接続部と、入力接続部と出力接続部とに接続され一方の動作モードでは出力接続部から高周波の交流電圧を出力し他方の動作モードでは出力接続部から低周波の交流電圧を出力する回路要素を有したブリッジ回路と、始動期間に高周波の交流電圧を出力接続部から出力し放電ランプの始動後の定常点灯期間に低周波の交流動作電圧のみを放電ランプに供給するようにブリッジ回路を制御する制御回路とから構成されており、前記制御回路が、始動期間には前記ブリッジ回路をハーフブリッジとして制御し、放電ランプの定常点灯期間には前記ブリッジ回路をフルブリッジとして制御するものである。

【0015】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記ブリッジ回路が、低周波の駆動回路と高周波の駆動回路とを含むものである。請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記ブリッジ回路が、ブリッジ接続された4個のスイッチング素子を含むものである。請求項4の発明は、請求項1の発明において、前記ブリッジ回路が、インダクタとコンデンサとを備える共振回路を含み、インダクタは出力接続部のうちの一端に接続されているものである。

【0016】請求項5の発明は、請求項4の発明において、前記制御回路が、始動期間において出力接続部から

出力する交流電圧の周波数を共振回路の共振周波数を含む範囲で掃引するものである。請求項6の発明は、請求項4の発明において、前記コンデンサが、出力接続部のうちの一端に接続されているものである。

【0017】請求項7の発明は、請求項4の発明において、前記コンデンサが、インダクタの巻線のタップに接続されているものである。請求項8の発明は、請求項4の発明において、前記制御回路が、共振回路の共振周波数付近の周波数でブリッジ回路を駆動するものである。請求項9の発明は、請求項3の発明において、前記ブリッジ回路が、スイッチング素子のうちの2個を駆動する低周波の駆動回路と、スイッチング素子のうちの残りの2個を駆動する高周波駆動回路とを含むものである。

【0018】請求項10の発明は、請求項9の発明において、前記低周波駆動回路が、2個のスイッチング素子を直流で選択的にオンオフを保持させるものである。請求項11の発明は、請求項10の発明において、前記制御回路が、始動期間に2個のスイッチング素子の一方を直流で駆動を保持するものである。請求項12の発明は、請求項3の発明において、前記スイッチング素子が2個ずつ対として直列回路を形成し、各直列回路が入力接続部の両端間に接続されたものである。

【0019】請求項13の発明は、請求項12の発明において、一方の対をなす2個のスイッチング素子の共通接続点と出力接続部の一端との間に接続された共振回路を備え、他方の対をなす2個のスイッチング素子の共通接続点と出力接続部の他端とが接続されているものである。請求項14の発明は、請求項1の発明において、前記制御回路が、放電ランプが始動するまでの間だけ始動動作を行なうようにブリッジ回路を制御するものである。

【0020】請求項15の発明は、請求項14の発明において、前記制御回路が、始動期間において、ブリッジ回路を停止する状態とブリッジ回路を始動動作させる状態とを交互に繰り返すものである。請求項16の発明は、請求項15の発明において、前記制御回路が、始動直後に放電ランプに直流的に電力を供給するものである。

【0021】請求項17の発明は、直流電圧が印加される入力接続部と、放電ランプが接続される出力接続部と、入力接続部と出力接続部とに接続され一方の動作モードでは出力接続部から高周波の交流電圧を出力し他方の動作モードでは出力接続部から低周波の交流電圧を出力する回路要素を有したブリッジ回路と、始動期間に高周波の交流電圧を出力接続部から出力し放電ランプの始動後の定常点灯期間に低周波の交流動作電圧のみを放電ランプに供給するようにブリッジ回路を制御する制御回路とを備え、ブリッジ回路は、ブリッジ接続された4個のスイッチング素子と、前記4個のスイッチング素子のうちの2個を駆動する低周波駆動回路と、前記4個のス

スイッチング素子のうちの残りの2個を駆動する高周波駆動回路と、インダクタとコンデンサとからなりインダクタが出力接続部の一端に接続された共振回路とを備えるものである。

【0022】

【発明の実施の形態】本実施形態は、図2、図3に示すように、フルブリッジ型のインバータ回路と高周波始動回路とを組み合わせたインバータ・始動回路（以下、インバータと略称する）42からHIDランプである放電ランプ44に点灯時には低周波電流を与えて音響共鳴現象を回避する。また、インバータ42の前段側に昇圧部32および降圧部34が設けられるか、または電流制限・電力制御部（以下、電力制御部と略称する）46が設けられ、放電ランプ44の電力および電流が制限される。昇圧部32や電力制御部46には交流電源33からの入力電流歪の増加を抑制し、力率を高く保つ機能がある。放電ランプ44は高周波で点灯することがなく、したがって音響共鳴現象は生じない。

【0023】一方、インバータ42は、インダクタとコンデンサとを直列接続した共振回路を備えており、共振回路の共振周波数に近い高周波で動作する。インバータ42を構成するスイッチング素子はブリッジ接続されているが、高周波動作モードの期間にはハーフブリッジ型として動作する。放電ランプ44は共振回路のコンデンサの両端間に接続される。このようなスイッチング制御を行なえば、高周波で動作するスイッチング素子は2個だけでよいから、高周波用のスイッチング素子の個数を減らすことができる。始動期間には高周波で動作するとはいえ、この回路では放電ランプ44にアークが生じた後はランプ電流は直流的になり、高周波交流は流れない。アークが形成されると、放電ランプ44は低周波交流で点灯する。この回路構成では、高周波動作モードでの循環電流ができるだけ小さくなるようにインダクタとコンデンサとの値が選択される。また、ランプ電流は、放電ランプ44がアークを形成すると同時に前段側にある昇圧部32および降圧部34もしくは電力制御部46によって所望値に制御される。この構成により部品にかかるストレスは大幅に低減される。

【0024】図1に本発明の回路の概略構成を示す。図1において50は共振用のインダクタであり、52は共振用のコンデンサであり、24、26、28、30はそれぞれダイオード54、56、58、60が逆並列に接続されたスイッチング素子である。これらのダイオード54、56、58、60は、スイッチング素子24、26、28、30に外付けしたり、寄生ダイオードを転用したりする。4個のスイッチング素子24、26、28、30は、ブリッジ回路を構成するように接続されている。また、インダクタ50およびコンデンサ52は直列共振回路を構成する。

【0025】ランプ電流は制限しなければならないが、

インバータでは電流を制御しないから、直流電圧 $V_{dc}$ を印加する直流電源ライン55の電流を制限しなければならぬ。ブリッジ回路はインダクタ50（つまり、回路の $Q$ ）を適当に設計し、周波数を適当に制御することによってある程度は過電流や過電圧に対して保護されている。それでも直流電源ライン55の電流を制限しておくことによって、高周波モードで出力が短絡したとしてもブリッジ回路の構成部品を保護することができる。たいていのHIDランプ用の安定器では、前段側の昇圧部32、降圧部34、電力制御部46にこの機能がある。

【0026】放電ランプ44の定常点灯時には、ブリッジ回路はフルブリッジとして動作する。すなわち、スイッチング素子24、30が一方の半サイクルの間に同時にオンになり、他方の半サイクルの間にはスイッチング素子26、28が同時にオンになる。このようにして低周波の矩形波交流電圧を放電ランプ44の両端に印加することができる。直流電圧 $V_{dc}$ はつねにランプ電圧の関数であって、降圧部34または電力制御部46により制御される。インダクタ50はランプ電流の高周波成分を除去するフィルタとして機能する。ランプ電流の高周波成分は、降圧部34ないし電力制御部46の出力電圧である直流電圧 $V_{dc}$ に含まれる高周波リップルにより生じる。共振回路の共振周波数は、定常点灯時の動作周波数に対して数桁程度高い。すなわち、コンデンサ52の容量は非常に小さく、したがって、コンデンサ52は回路の定常点灯に何の影響も与えない。

【0027】始動期間の動作は、定常点灯時の動作とは異なり、また既知の回路の動作とも異なる。図4に始動動作および定常動作のスイッチング素子24、26、28、30のゲートに印加する駆動信号波形を示す。スイッチング素子24、26の対またはスイッチング素子28、30の対はそれぞれ同時に導通することはない。同時に導通すると直流電源 $V_{dc}$ が短絡されるからである。また、始動期間における高周波動作モードでは、スイッチング素子30は連続的にオンでありスイッチング素子28は連続的にオフになっている。この間にスイッチング素子24、26は高周波でスイッチングされる。このような動作によって、フルブリッジの構成を用いながらハーフブリッジと同様に動作させることができる。このようなハーフブリッジの動作では、フルブリッジとして共振回路を動作させる場合にはない特徴がある。

【0028】第1に、2個のスイッチング素子24、26のみが高周波で動作するから、スイッチング素子24、26を高周波で駆動するための高周波駆動回路62は1組だけあればよい（ハイサイドの高周波駆動回路は低周波駆動回路よりも大幅に高価である）。スイッチング素子28、30には高周波駆動回路は不要であり、スイッチング素子28、30は低周波駆動回路64により駆動される。また、スイッチング素子28、30には低速のスイッチング素子を用いることができる（低速のス

イッチング素子は一般に安価である）。

【0029】第2に、スイッチング素子28、30が低周波で動作するから、スイッチング素子28、30の駆動回路は構成が簡単になりコストも大幅に低減される。第3に、コンデンサ52は放電ランプ44の両端に接続する代わりに図1に示す位置に設けることができる。この構成によって、高周波動作モードでスイッチング素子30に大きな循環電流が流れることがなくなる。このことは、図17に示したフルブリッジの動作ではなし得ない。また、この構成によって、コンデンサ52の両端電圧が共振動作により昇圧し、放電ランプ44の両端電圧を昇圧することができる。インダクタ50の出力端側の巻数をわずかに増やせば、出力電圧のピーク値を400Vまでは容易に上昇させることができる。インダクタ50をこのように構成することは適正な動作を行なうために必須のことではなく、図5に示すように、コンデンサ52はインダクタ50の一端に直結されていてもよい。

【0030】フルブリッジを高周波動作させ始動する場合とハーフブリッジを高周波動作させ始動する場合との主要な相違点として、始動後にまだ高周波モードである間に放電ランプ44に流れる電流があげられる。フルブリッジの動作では、この電流は直流のオフセット成分を持たない交流になり、前記したように、その大きさは主としてインダクタ50と直流電圧 $V_{dc}$ とにより決定され制限される。一方、図1に示した回路をハーフブリッジとして動作させると、ランプ電流は高周波リップル成分を重畳した直流になる。この直流電流の値は、前段側の降圧部34あるいは電力制御部46における電流制限により決定される。また、高周波リップル成分は、インダクタ50と動作周波数と直流電圧 $V_{dc}$ とによって決定され、直流電流よりも小さい。前段側の降圧部34あるいは電力制御部46による電流の制限値は、放電ランプ44を正常にウォームアップすること、およびアークを発生させるのに十分な電圧を発生させるために重要である。電流の制限値が小さすぎると、アークを発生させるのに十分な電圧を発生させることができず、アークを発生させることができたとしても、その電流では放電ランプ44のウォームアップには少なすぎることになる。また、電流の制限値が大きすぎると、放電ランプ44の寿命を縮め、また、出力が短絡されたときに回路部品に大きなストレスがかかることになる。

【0031】フルブリッジの動作での電流はインダクタ50により限流され、同じ回路をハーフブリッジで動作させたときの直流電流値（前段側の降圧部34による電流制限機能で制限される）に比較するとかなり小さいから、フルブリッジ動作におけるランプ電流の交流特性は不利になる。電流値をさらに小さくすると、電極を十分に速く加熱することができず、ランプ寿命に悪影響をおよぼす（これは、調光動作と同様である）。

【0032】高周波共振による始動は無負荷電圧に依存

しない点でパルス始動回路よりも優れている。これは、放電ランプ44の両端電圧自体がグローからアークへの移行を素早くスムーズに行なわせるように調節されるからである。つまり、グローの間にはランプインピーダンスは高く、したがって共振回路を無負荷にし、放電ランプ44の両端電圧を上昇させるQを大きくする。一方、定常点灯でアークが生じている間にはランプインピーダンスは低く共振回路のQを引き下げて放電ランプ44の両端電圧を低下させる。

【0033】さらに、図1に示した回路は、ケーブルの浮遊容量を共振回路のコンデンサ52の両端間にうまく位置させている点でパルス始動回路よりも優れている。このことによって、共振周波数には多少の影響があるが、パルス始動回路によって性能が低下するほどには性能の低下は生じない。前述したように、始動期間には、ブリッジ回路の一方のアームは高周波で動作し、他方のアームはフルブリッジの構成を持ちながらハーフブリッジとして動作するように制御される(図1、図4参照)。最大電圧ゲインを得るための動作周波数は、理想的には共振回路の共振周波数  $f_x = 1 / \{ 2\pi (L_x C_x)^{1/2} \}$  (ただし、 $L_x$ はインダクタ50のインダクタンス、 $C_x$ はコンデンサ52の容量)になる。しかしながら、構成部品には許容誤差があるから、ある種の帰還を用いなければ、このような設定は実現することができない。

【0034】そこで、高周波動作モードでの周波数を一定に保たずに、図6(a)に示すように、共振点 $f_0$ を通るような所定の範囲 $\Delta f$ に亘って掃引することにより、放電ランプ44の両端に高いピーク電圧が印加されるようにしている。その後、高周波動作モードの残りの期間は、周波数を所定の最小値 $f_1$ に保ち、放電ランプ44の印加電圧を所定の最小値に維持する。いま、設計値として共振周波数 $f_0$ を50kHzに設定するものとする。ここで、インダクタ50とコンデンサ52とはそれぞれ $\pm 5\%$ の誤差の許容誤差があるから共振周波数 $f_0$ が $\pm 5\%$ はずれる。つまり、実際の共振回路の共振周波数 $f_0$ は52.5kHz $\sim$ 47.5kHzの間になる。周波数発生源の許容誤差を $\pm 5\%$ として、周波数の掃引を60kHzから開始する。掃引時間 $t$ は100m秒程度に設定される。このように設定するのは、掃引によって共振点を通過し、しかも掃引開始からなるべく短い時間で共振点に達するようにするためである。掃引終了時の周波数 $f_1$ は実験的に約46kHzに設定され、高周波動作の残りの期間はその値に保たれる。図6(a)はスイッチング周波数の時間変化を示し、図6(b)は無負荷電圧の時間変化を示している。

【0035】高周波動作モードにおける無負荷電圧は、共振回路の共振周波数と、共振回路のQと、掃引終了時の周波数とにより決まる。この回路では、掃引終了時の無負荷電圧 $V$ として少なくとも1.2 $\sim$ 1.5kVが確

保されるように設計しなければならない。また、無負荷電圧のピーク値 $V_{pk}$ は、インダクタ50のコアの飽和特性と、インダクタ50の鉄損および銅損(共振回路のQ)との関数であり、また、前段側に設けた降圧部34の電流容量や安定度にも関係している。ピーク値 $V_{pk}$ としては、2 $\sim$ 2.25kVが望ましい。

【0036】図6に示した特性は実験的に決定したものである。また、放電ランプ44が始動しにくい場合には、掃引終了時の電圧 $V$ を引き上げたり、掃引終了後の時間 $T$ を延長したりすることが有効であるという知見が得られている。掃引終了時の電圧が低すぎるときにはピーク値 $V_{pk}$ を高くするのは好ましくない。また、時間 $T$ の最適値は400 $\sim$ 600m秒の間にあるという知見が得られている。低周波動作モード(図示例では180Hz)に切り換わる前に放電ランプ44が安定状態になる(グローからアークに移行する)には十分な時間が必要である。しかしながら、この時間が長すぎると、放電ランプ44に流れる直流電流によってランプ寿命に悪影響がある。回路構成を複雑にしないために、高周波動作モードはオープンループで行なわれる。つまり、放電ランプ44にアークが生じて、所定時間は高周波動作を継続し、共振回路の共振周波数に一致させるように周波数を制御することはない。

【0037】高周波動作モードが長すぎると、回路構成部品(スイッチング素子24、26、インダクタ50、コンデンサ52)にストレスがかかるから、時間 $T$ の最大値には制約がある。共振点付近では、循環電流がかなり大きくなり、インダクタ50およびコンデンサ52には同時に高い電圧がかかる。また、高周波動作モードの期間の大部分は共振点以下の周波数で動作するが、共振点以下の周波数になると、スイッチング素子24、26は厳しい条件でスイッチングを行なうことになる。さらにまた、放電ランプ44が1回の始動動作で始動しない場合は(つまり、前回の動作後でまだ温かい場合や、古くなって始動しにくい場合)、少なくとも20分間は放電ランプ44を始動させる動作を継続しなければならない。したがって、この回路では高周波動作モードを繰り返さなければならない。図1に示す制御回路68では、放電ランプ44の始動を早めるために電源投入直後の10 $\sim$ 15秒間は約1.5秒毎に始動させる動作を行なうように設計されている。それでも、放電ランプ44が始動しなければ、その後の約20分間は4 $\sim$ 4.5秒毎に始動させる動作を行なう。放電ランプ44が約20分点灯しなければ、動作を停止し、再始動まで電力を消費しないようにすべきである。

【0038】図7に上述の動作手順を示す。また、図8に電源投入直後の実際の回路電圧を示す。実際の制御はごく簡単なものである。放電ランプ44の点灯・消灯の状態は、インバータの入力部における直流電源ライン55の電圧によって容易に検出することができる。放電ラ

ランプ44が消灯していればこの電圧は一般に200～300Vと高く、放電ランプ44が点灯していれば放電ランプ44の始動時点で20V、定常点灯時に80～115Vとかなり低くなる。ランプ電圧は経年的に増大するから、直流電源ライン55の電圧150V以上であるときに放電ランプ44が消灯していると判断する。制御回路68は、放電ランプ44の消灯を検出すると上述した高周波での始動動作を開始し、放電ランプ44が点灯すると高周波動作を停止する。

【0039】たいいていの場合、高周波の始動電圧を印加してから100～300m秒後に放電ランプ44は始動する。放電ランプ44には、始動電圧が低く始動のための時間も短いものがある。図9はこのような放電ランプ44を用いた場合のランプ電圧とランプ電流とを示す。また、図10(a)にランプ電流の実例を示し、図10(b)には高周波動作モードでの始動から低周波動作モードでの定常点灯への移行の様子を時間軸を拡大して示してある。

【0040】

【発明の効果】本発明は、直流電圧が印加される入力接続部と、放電ランプが接続される出力接続部と、入力接続部と出力接続部とに接続され一方の動作モードでは出力接続部から高周波の交流電圧を出力し他方の動作モードでは出力接続部から低周波の交流電圧を出力する回路要素を有したブリッジ回路と、始動期間に高周波の交流電圧を出力接続部から出力し放電ランプの始動後の定常点灯期間に低周波の交流動作電圧のみを放電ランプに供給するようにブリッジ回路を制御する制御回路とから構成される放電ランプの駆動回路において、始動期間には前記ブリッジ回路をハーフブリッジとして制御し、定常点灯期間には前記ブリッジ回路をフルブリッジとして制御するものであるから、HIDランプの始動回路が簡単になるという利点がある。とくに、高周波始動技術を用いることにより始動電圧のピーク値を低減させることができ、大きな循環電流により回路要素にかかるストレスが軽減されるという利点がある。さらに、定常点灯時は

放電ランプを高周波で点灯させないから、音響共鳴現象が生じないものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す回路図である。

【図2】同上を用いるHIDランプ用の電子安定器のブロック図である。

【図3】同上のHIDランプ用の他の電子安定器のブロック図である。

【図4】同上における始動期間と定常点灯時との動作説明図である。

【図5】他の構成例を示す回路図である。

【図6】同上の動作説明図である。

【図7】同上の動作説明図である。

【図8】同上の動作説明図である。

【図9】同上の動作説明図である。

【図10】同上の動作説明図である。

【図11】従来構成における始動パルスを示す動作説明図である。

【図12】従来構成の動作説明図である。

【図13】従来におけるHIDランプ用の電子安定器を示すブロック図である。

【図14】従来におけるHIDランプ用の電子安定器を示すブロック図である。

【図15】従来例を示す回路図である。

【図16】従来例を示す他の回路図である。

【図17】他の従来構成を示す回路図である。

【図18】同上の動作説明図である。

【符号の説明】

24, 26, 28, 30 スイッチング素子

44 放電ランプ

50 インダクタ

52 コンデンサ

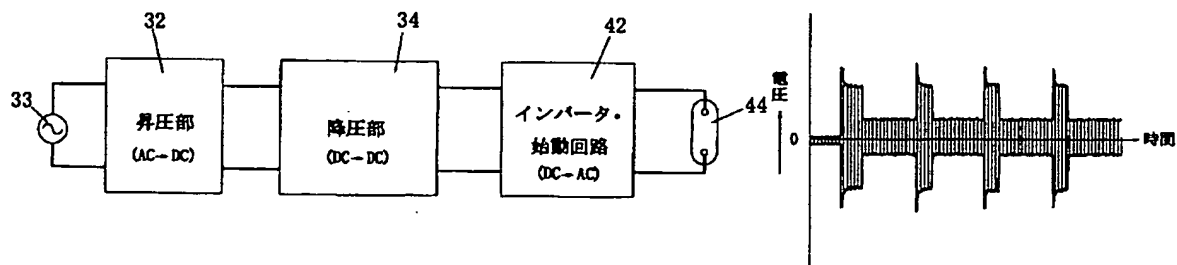
55 電圧供給ライン

62 高周波駆動回路

64 低周波駆動回路

68 制御回路

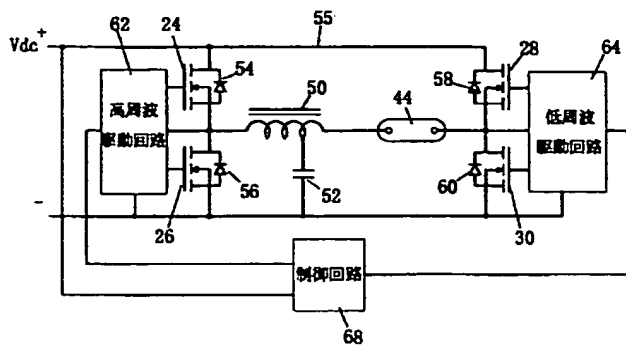
【図2】



【図8】

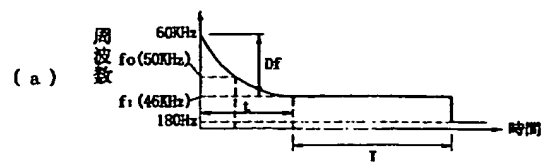


【図1】

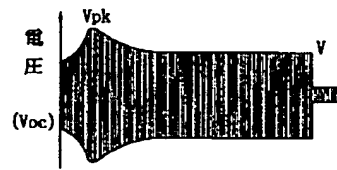


24, 26, 28, 30 スイッチング素子  
 44 放電ランプ  
 50 インダクタ  
 52 コンデンサ  
 62 高周波駆動回路  
 64 低周波駆動回路  
 68 制御回路

【図6】

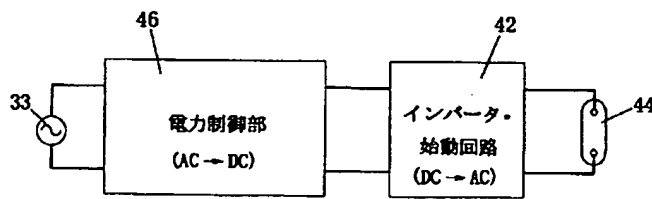


(a)

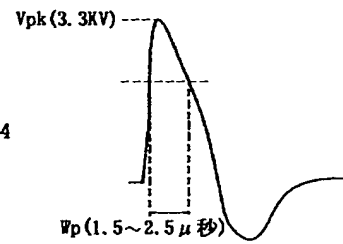


(b)

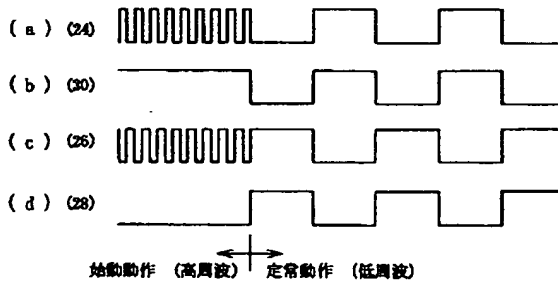
【図3】



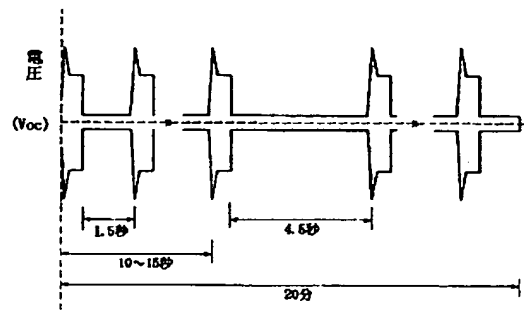
【図4】



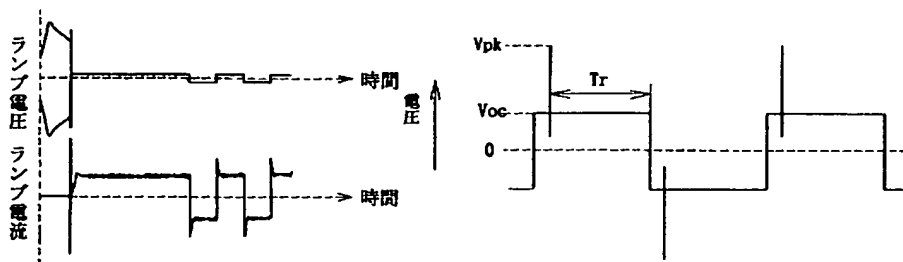
【図7】



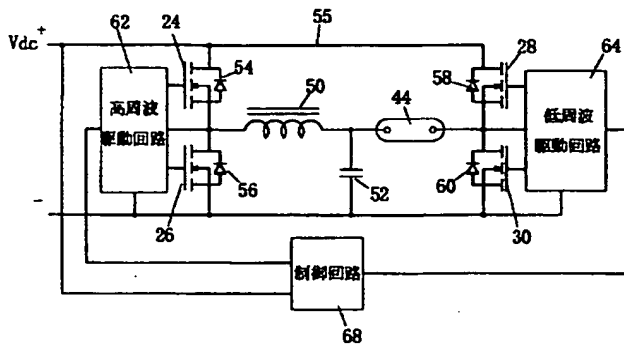
【図9】



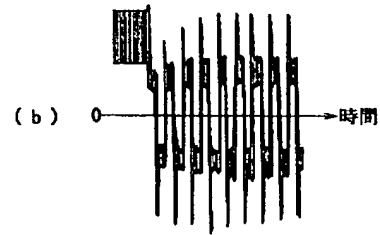
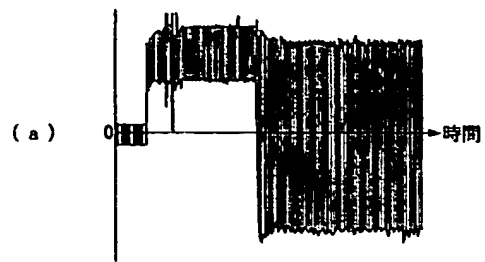
【図12】



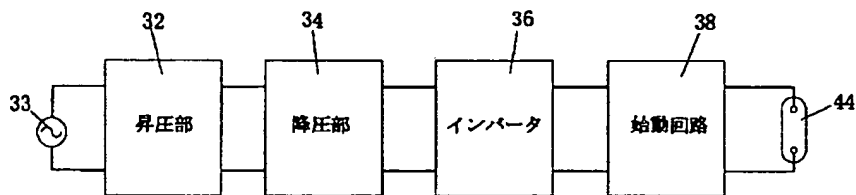
【図5】



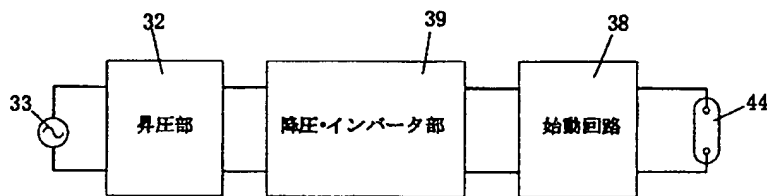
【図10】



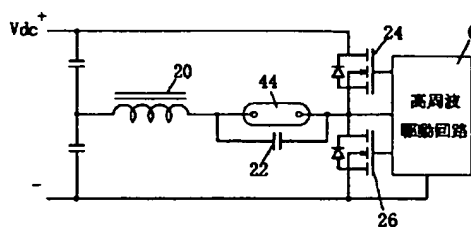
【図13】



【図14】



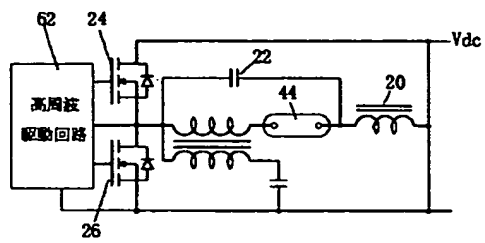
【図15】



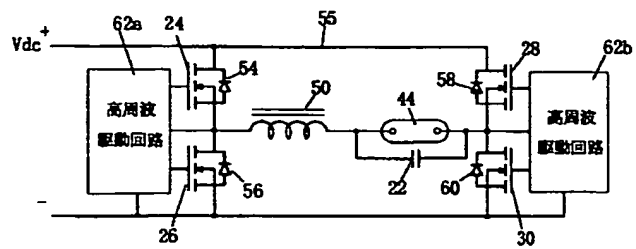
【図18】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 内橋 聖明  
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州  
 02178 ベルモント プレブルガーデンロ  
 ード 29

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**